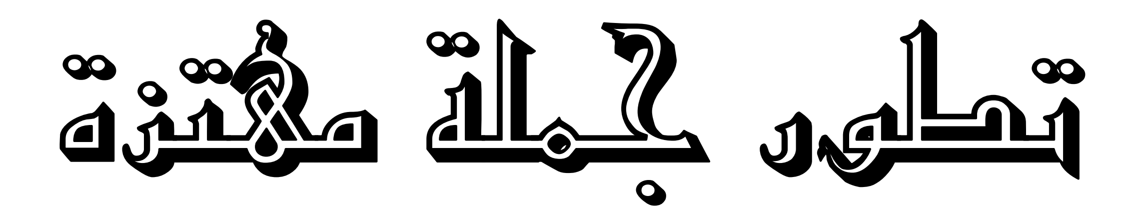
سلاسل المنجد في العلوم الفيزيائية – ثالثة ثانوي – الوحدة 07



إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

****

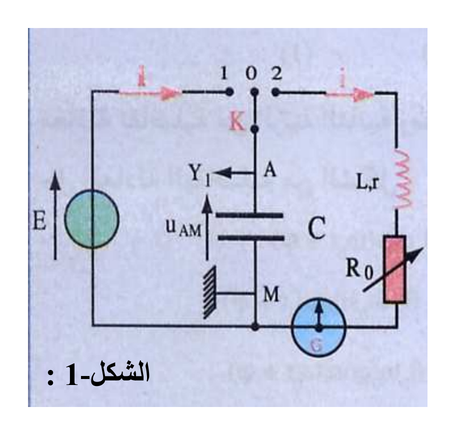
المحتوى المفاهيمي : 02

الاهتزازات الحرة لجملة كهربائية

الاهتزازات الحرة للدارة الحقيقة (R,L,C)

• الدراسة التحليلية للدارة الحقيقية (R,L,C) :

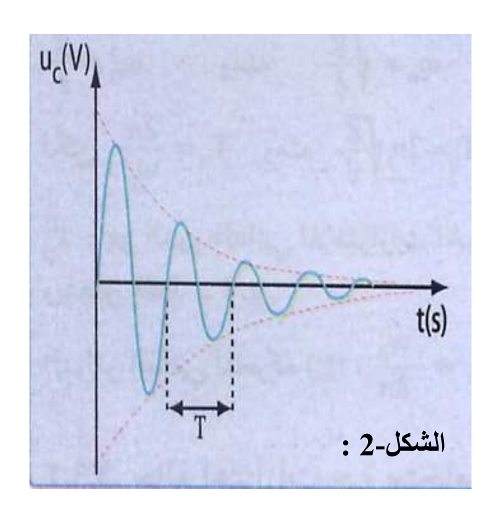
نحقق الدارة المبينة في (الشكل-1) المقابل ، نشحن المكثفة بوضع البادلة في الوضع (1) ، ثم نفرغها بنقلها إلى الوضع (2) و نعطي للمقاومة R_0 قيما متزايدة ، و من أجل كل قيمة نراقب حركة إبرة المقياس الغلفاني و نتابع أيضا تغيرات التوتر بين طرفي المكثفة و ذلك من البيان الذي يظهر على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي .
نعتبر $R = R_0 + r$ هي المقاومة المكافئة .



الشكل-1 :

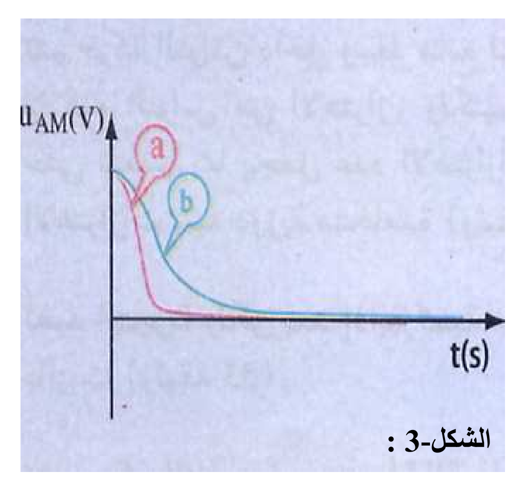
- من أجل $R_0 = 0$ أي المقاومة المكافئة للدارة هي $R = r$ (مقاومة صغيرة) تهتز إبرة المقياس الغلفاني على جانبي الصفر المركزي بسعات متناقصة حتى تعود إلى للصفر ، أما على شاشة راسم الاهتزاز فيظهر البيان المبين في (الشكل-2) و الذي يظهر أن التوتر بين طرفي المكثفة أثناء تفريغها يكون متناوبا و الاهتزازات الحاصلة شبه دورية

و سعتها تتناقص بسرعة لذا نقول عن الاهتزازات أنها متخامدة ، وبما أن الدارة لا تتلقى طاقة من الوسط الخارجي نقول إن الاهتزازات حرة و تسمى الدارة (R,L,C) بالدارة المهتزة الحرة و المتخامدة و النظام في الدارة شبه دوري ، و شبه دور اهتزازتها هو T .



الشكل-2 :

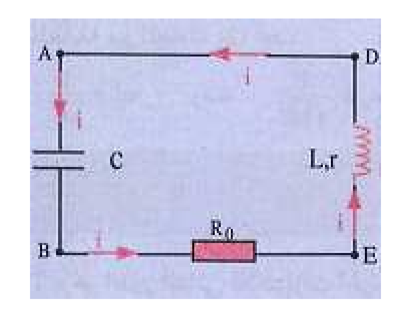
- نزيد من قيمة المقاومة المكافئة R فنلاحظ تزايد تخامد الاهتزازات حتى تصل إلى قيمة كبيرة للمقاومة ، عندها تنحرف إبرة المقياس الغلفاني إلى جهة واحدة ثم تعود إلى للصفر ، أما على شاشة راسم الاهتزاز نشاهد البيان المبين في (الشكل-3) .



الشكل-3 :

• المعادلة التفاضلية بدلالة q(t) للدارة الحقيقة (R,L,C) :

نحقق الدارة الكهربائية التالية و التي تتكون على التسلسل من وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r ، مكثفة مشحونة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته R_0 ، نختار اتجاها موجبا للتيار الكهربائي كما مبين في الشكل .



- بتطبيق قانون جمع التوترات :

$u_{AB} + u_{BE} + u_{DE} + u_{DA} = 0$

$u_C + u_{R0} + u_b + 0 = 0$

$\frac{q}{C} + Ri + L\frac{di}{dt} + ri = 0$

$L\frac{di}{dt} + (R_0r)i + \frac{q}{C} = 0$

$L\frac{d^2q}{dt^2} + (R_0r)\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0$

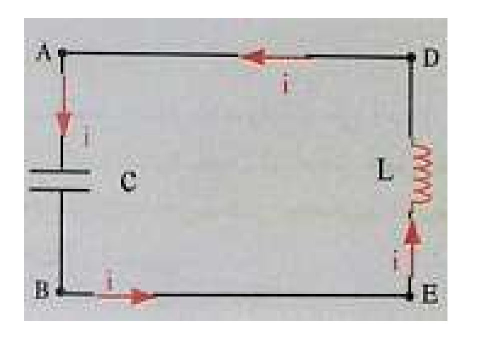
$$\boxed{\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{(R_0r)}{L}\frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}q = 0}$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى ، لا تقبل حل جيبي ، حلها خارج البرنامج .

الاهتزازات الحرة للدارة المثالية (L,C)

• المعادلة التفاضلية بدلالة q(t) للدارة الحقيقة (R,L,C) :

نحقق الدارة الكهربائية التالية و التي تتكون على التسلسل من وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r ، مكثفة مشحونة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته R_0 ، نختار اتجاها موجبا للتيار الكهربائي كما مبين في الشكل .



- بتطبيق قانون جمع التوترات :

$u_{AB} + u_{BE} + u_{DE} + u_{DA} = 0$

$u_C + 0 + u_b + 0 = 0$

$\frac{q}{C} + L\frac{di}{dt} = 0$

$L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = 0$

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$

هي من الشكل :

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \omega_0{}^2 q = 0$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى ، حلها جيبي من الشكل $q = Q_0 \cos(\omega_0 t+\varphi)$ ، ومنه الإهتزازات الجملة حرة جيبية غير متخامدة دورها :

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$

• العبارة الزمنية q(t) و المنحنى البياني الموافق :

- حل المعادلة التفاضلية بدلالة q(t) السابقة :

$q = Q_0 \cos(\omega_0 t+\varphi)$.

- من الشروط الإبتدائية :

$t = 0 \rightarrow q = + Q_0$

بالتعويض في المعادلة :

$+Q_0 = Q_0 \cos(\omega_0(0) + \varphi) \rightarrow \cos\varphi = +1 \rightarrow \varphi = o$

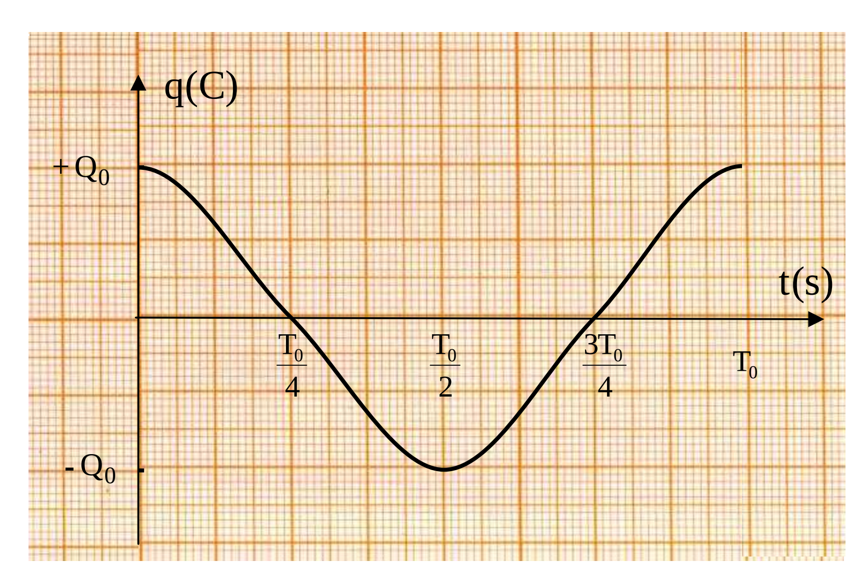
ومنه العبارة الزمنية q(t) تصبح :

$q = Q_0 \cos(\omega_0 t\ )$

لرسم المنحنى البياني q(t) نحسب اعتمادا على المعادلة قيم شحنة المكثفة q خلال اللحظات : $t = 0$ ، $t = \frac{T_0}{4}$ ، $t = \frac{T_0}{2}$ ، $t = \frac{3T_0}{4}$ ، $t = T_0$ ، كما مبين في الجدول التالي :

t (s)	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
$(\omega_0 t) = (\frac{2\pi}{T_0}t)$	0	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π
$q = Q_0 \cos(\omega_0 t)$	$+Q_0$	0	$-Q_0$	0	$+Q_0$

و منه يكون المنحنى $q(t)$ كما يلي :



• العبارة الزمنية $i(t)$ و المنحنى البياني الموافق :

لدينا :

$$i = \frac{dq}{dt}$$

مما سبق : $q = Q_0\cos(\omega_0 t)$ يكون :

$$i = -\omega_0 Q_0 \sin(\omega_0 t)$$

$$i = -I_0 \sin(\omega_0 t)$$

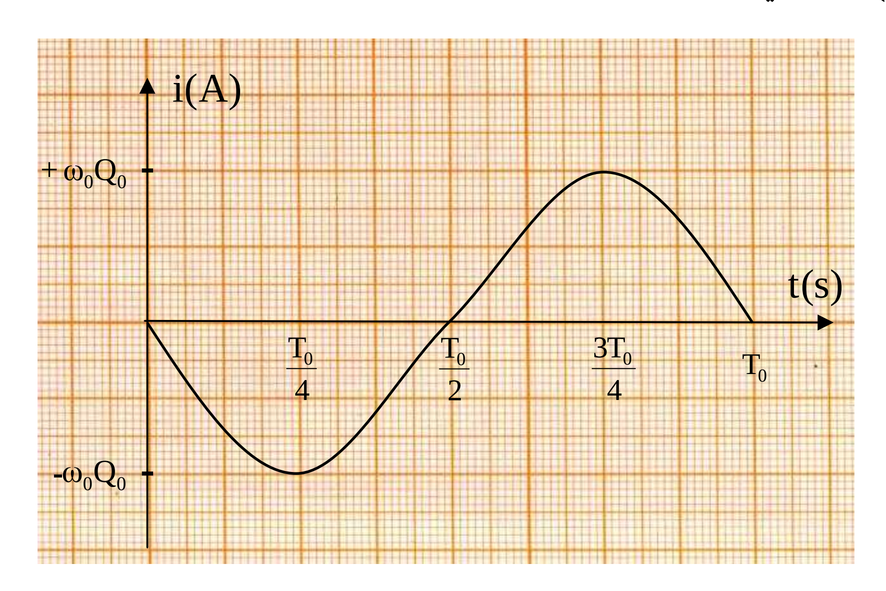
حيث : $I_0 = \omega_0 Q_0$ هي شدة التيار الأعظمية .

بيانيا :

لرسم المنحنى البياني $v(t)$ نحسب اعتمادا على المعادلة قيم شدة التيار i خلال اللحظات : $t = 0$ ، $t = \frac{T_0}{4}$ ، $t = \frac{T_0}{2}$ ، $t = \frac{3T_0}{4}$ ، $t = T_0$ ، كما مبين في الجدول التالي :

t (s)	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
$(\omega_0 t) = (\frac{2\pi}{T_0}t)$	0	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π
$i = -\omega_0 Q_0 \cos(\omega_0 t)$	0	$-\omega_0 Q_0$	0	$-\omega_0 Q_0$	0

و منه يكون المنحنى $i(t)$ كما يلي :



• **الطاقة في الدارة الكهربائية المهتزة :**

▪ **طاقة الجملة (L,C) :**

- تخزن الدارة المثالية (L,C) في اللحظة t طاقة في المكثفة عبارتها $E_{(C)} = \frac{1}{2}Cu_C{}^2$ ، و تخزن في الوشيعة طاقة عبارتها $E_{(L)} = \frac{1}{2}Li^2$ ، و عليه فالطاقة الكلية المخزنة في الدارة المثالية (L,C) يعبر عنها بالعلاقة :

$$E = E_{(C)} + E_{(L)}$$

$$E = \frac{1}{2}Cu_C{}^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

و حيث أن : $u_C = \frac{q}{C}$ نكتب :

$$E = \frac{1}{2}C\left(\frac{q}{C^2}\right)^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2}\left(\frac{q}{C}\right)^2 + \frac{1}{2}Li^2}$$

▪ **إثبات أن طاقة الدارة المثالية (L,C) ثابتة في كل لحظة :**

لدينا مما سبق :

$$E = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$$

وجدنا سابقا :

- $q = Q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$
- $i = \dfrac{dq}{dt} = -\omega_0 Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}L\omega_0^2 Q_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

وجدنا سابقا : $\omega_0^2 = \dfrac{1}{LC}$ و منه يصبح :

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}L\frac{1}{LC}Q_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}\underbrace{(\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi))}_{1}$$

لدينا :

$$\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi) = 1$$

و منه يصبح :

$$\boxed{E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C} = E_{(C)0}}$$

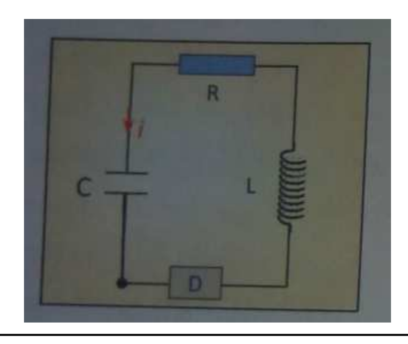
إذن طاقة الجملة (L,C) في حالة اهتزازية غير متخامدة تكون ثابتة و مساوية لطاقة المكثفة الأعظمية .

- يمكن إثبات بنفس الطريقة و بأخذ $\omega_0^2 = \dfrac{1}{LC} \rightarrow \dfrac{1}{C} = \omega_0^2 \cdot L$ ، نجد أن طاقة الجملة الجملة (L,C) في حالة اهتزازية غير متخامدة تكون ثابتة و مساوية لطاقة الوشيعة الأعظمية ، حيث نجد في النهاية :

$$\boxed{E = \frac{1}{2}L\omega_0^2 Q_0^2 = E_{(L)0}}$$

• تغذية الإهتزازات الكهربائية :

التخامد في الدارة RLC ناتج عن المقاومة R التي تتسبب في ضياع الطاقة على شكل مفعول جول ، و لتعويض الطاقة نضيف إلى الدراة ثنائي قطب (D) يدعى دارة المقاومة السلبية يعمل على تعويض هذه الطاقة الضائعة في كل لحظة بحيث تصبح الاهتزازات دورية .



- المعادلة التفاضلية :

حسب قانون جمع التوترات :

$$u_b + u_R + u_C = u_D$$

$$L\frac{di}{dt} + Ri + u_C = R_D i$$

لدينا :

- $i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C.u_C)}{dt} \rightarrow i = C\frac{du_C}{dt}$
- $\frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt}$

و منه يصبح :

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + RC\frac{du_C}{dt} + u_C = R_D C\frac{du_C}{dt}$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = R_D C\frac{du_C}{dt} - RC\frac{du_C}{dt}$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = C(R_D - R)\frac{du_C}{dt}$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = \frac{(R_D - R)}{L}\frac{du_C}{dt}$$

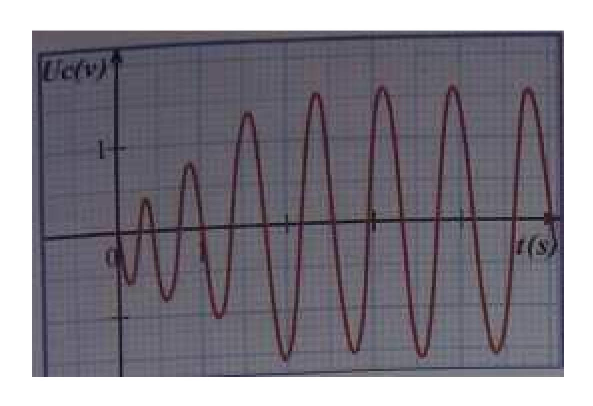
لكي تختفي الاهتزازات يجب أن تكون الطاقة الضائعة بفعل جول ($R.i^2$) في الدارة تساوي الطاقة التي يعطيها المولد D في كل لحظة هي :

$$R_D i^2 = Ri^2 \rightarrow R = R_D$$

و منه تصبح المعادلة التفاضلية كما يلي :

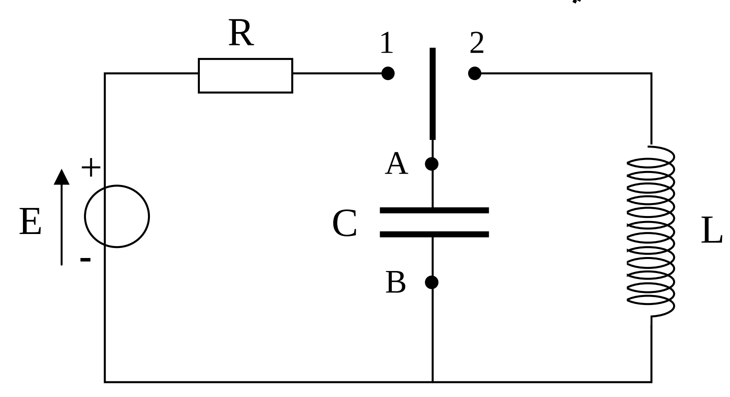
$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية حلها جيبي ، و نشاهد على شادة راسم اهتزازا مهبطي موصول بين طرفي مكثفة المنحنى التالي :



التمرين (1) : (التمرين : 017 في بنك التمارين على الموقع) (*)

نحقق التركيب الكهربائي التجريبي المبين في الشكل المقابل باستعمال التجهيز : مكثفة سعتها (C) غير مشحونة ، ناقل أومي مقاومته $R = 10\ \Omega$ ، مولد ذي توتر ثابت $E = 12\ V$ ، وشيعة مقاومتها مهملة ذاتيتها L .



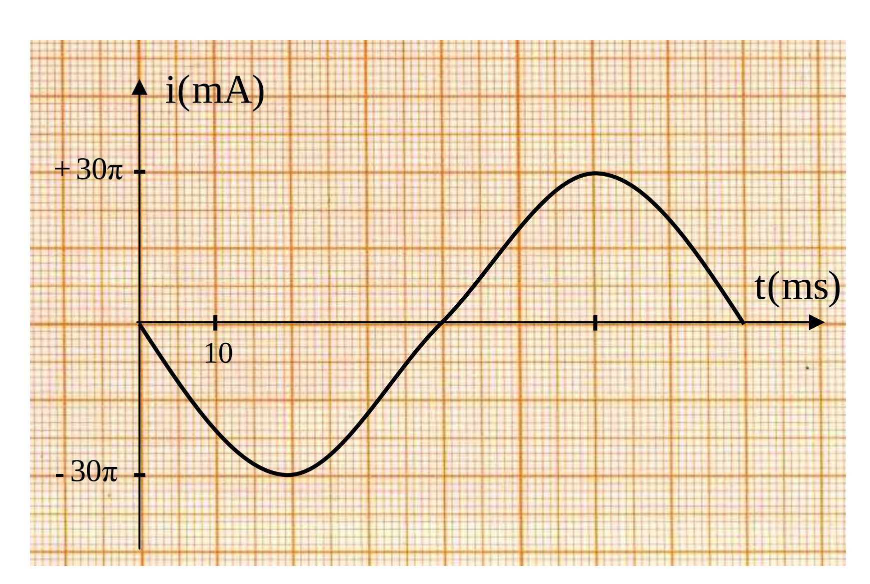
1- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$.

أ- ما هي الظاهرة الملاحظة ، فسر هذه الظاهرة على المستوى المجهري .

ب- عند نهاية الشحن تكون طاقة المكثفة $E_{(C)} = 7.2 \cdot 10^{-3}\ J$ ، أحسب : سعة المكثفة C ، ثابت الزمن τ .

جـ- نريد تسريع عملية الشحن ، لهذا الغرض نصل ناقل أومي آخر مقاومته R' مع الناقل الأومي السابق ذو المقاومة R . ببين مع الشرح كيف يجب وصل الناقلين الأوميين R ، R' (على التسلسل أو على التفرع) لتحقيق هذا الغرض .

2- نضع البادلة في الوضع 2 عند اللحظة $t = 0$ ، المنحنى البياني التالي يمثل تغيرات شدة التيار الكهربائي بدلالة الزمن . نعتبر $\pi^2 = 10$.



أ- ما هي الظاهرة الملاحظة .

ب- اكتب المعادلة التفاضلية المعبرة عن شحنة المكثفة $q(t)$.

جـ- استنتج من البيان :

- الدور الذاتي T_0 .
- النبض الذاتي ω_0 .
- شحنة المكثفة الأعظمية (بطريقتين) .
- ذاتية الوشيعة L .

د- اكتب العبارة اللحظية لشحنة المكثفة $q(t)$ علما أن $q > 0$ عند اللحظة $t = 0$.
هـ- بين أن طاقة الجملة الكهربائية محفوظة .
و- في الحقيقة المقاومة الداخلية للوشيعة r ليست مهملة . ناقش حسب قيم r طبيعة النظام الكهربائي المهتز مبينا ذلك منحنى كيفي .

الأجوبة :

1- أ- الظاهرة الملاحظة :
هي شحن المكثفة و على المستوى المجهري تنتقل الإلكترونات من اللبوس A إلى اللبوس B و تتراكم في اللبوس B بسبب العازل ، فيشحن اللبوس B سلبا و يشحن اللبوس A إيجابا .

ب- سعة المكثفة C :
عند نهاية الشحن تكون طاقة المكثفة أعظمية ، أي : $E_{(C)0} = 7{,}2\ .\ 10^{-3}\ J$ و لدينا :

$$E_{(C)0} = \frac{1}{2}CE^2 \rightarrow C = \frac{2E_{(C)0}}{E^2}$$

$$C = \frac{2\,.\,7{,}2\,.\,10^{-3}}{(12)^2} = 10^{-4}\ F$$

- ثابت الزمن τ :

$\tau = RC$

$\tau = 10\ .\ 10^{-4} = 10^{-3}\ s$

جـ- لتسريع شحن المكثفة نخفض من قيمة زمن اتمام الشحن (5τ) و بالتالي تخفيض قيمة $\tau = RC$ ، و لتحقيق ذلك نقلل من قيمة المقاومة R و هذا يتحقق عند ربط الناقلين الأوميين على التفرع أين يكون : $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$.

2- أ- الظاهرة الملاحظة :
كون أنه لا توجد مقاومة في الدارة (لا يوجد ناقل أومي و لا مقاومة داخلية للوشيعة) ، فإن الظاهرة الملاحظة هي اهتزازات كهربائية غير متخامدة .

ب- المعادلة التفاضلية بدلالة $q(t)$:
حسب قانون جمع التوترات :

$u_b + u_C = 0$

$$L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = 0$$

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$

جـ- قيمة T_0 :

$T_0 = 8\ .\ 10 = 80\ ms$ (من البيان)

- قيمة ω_0 :

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{80\ .10^{-3}} = 25\,\pi\ rad/s$$

- قيمة Q_0 :

طريقة (1) :

$Q_0 = EC \rightarrow Q_0 = 12 \,.\, 10^{-4} = 1,2 \,.\, 10^{-3}$ C

طريقة (2) :

من المنحنى $i(t)$: $I_0 = 30\pi$ mA و لدينا :

$$I_0 = \omega_0 Q_0 \rightarrow Q_0 = \frac{I_0}{\omega_0} \rightarrow Q_0 = \frac{30\pi \,.\, 10^{-3}}{25\pi} = 1.2 \,.\, 10^{-3} \text{ C}$$

- قيمة L :

من المعادلة التفاضلية :

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow L = \frac{1}{\omega_0 C} \rightarrow L = \frac{1}{(25\pi)^2 \,.\, 10^{-4}} = 1.6 \text{ H}$$

د- العبارة $q(t)$:

$q = Q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$

من الشروط الابتدائية :

$t = 0 \rightarrow q = +Q_0$

بالتعويض :

$Q_0 = Q_0 \cos(\omega_0(0) + \varphi) \rightarrow \cos(\varphi) = 1 \rightarrow \varphi = 0$

إذن :

$q = 1.2 \,.\, 10^{-3} \cos(25\pi\, t)$

هـ- إثبات أن طاقة الجملة (مكثفة + وشيعة) ثابتة :

- تخزن الدارة المثالية (L,C) في اللحظة t طاقة في المكثفة عبارتها $E_{(C)} = \frac{1}{2} C u_C^2$ ، و تخزن عند نفس اللحظة في الوشيعة طاقة عبارتها $E_{(L)} = \frac{1}{2} L i^2$ ، و عليه فالطاقة الكلية المخزنة عند اللحظة t في الدارة المثالية (L,C) يعبر عنها بالعلاقة :

$$E = E_{(C)} + E_{(L)}$$

$$E = \frac{1}{2} C u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2$$

و حيث أن : $u_C = \frac{q}{C}$ نكتب :

$$E = \frac{1}{2} C \frac{q^2}{C^2} + \frac{1}{2} L i^2 \rightarrow E = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} L i^2$$

لدينا في الاهتزازات الكهربائية غير المتخامدة :

- $q = Q_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$
- $i = \frac{dq}{dt} = -\omega_0 Q_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)$

باللتعويض في عبارة الطاقة :

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}L\omega_0^2 Q_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

وجدنا سابقا : $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ و منه يصبح :

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2}L\frac{1}{LC}Q_0^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$$

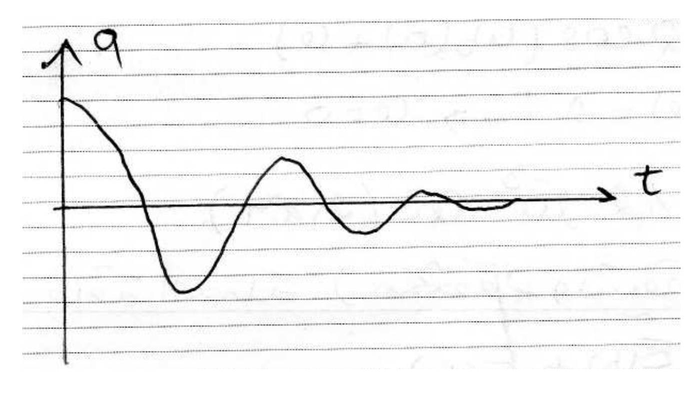
$$E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}(\underbrace{\cos^2(\omega_0 t + \varphi) + \sin^2(\omega_0 t + \varphi)}_{1}) \quad \rightarrow E = \frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C} = E_{(C)0}$$

- يمكن إثبات بنفس الطريقة و بأخذ ($\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \rightarrow \frac{1}{C} = \omega_0^2 \cdot L$) ، نجد أن طاقة الجملة الجملة (L,C) في حالة اهتزازية غير متخامدة تكون ثابتة و مساوية لطاقة الوشيعة الأعظمية ، حيث نجد في النهاية :

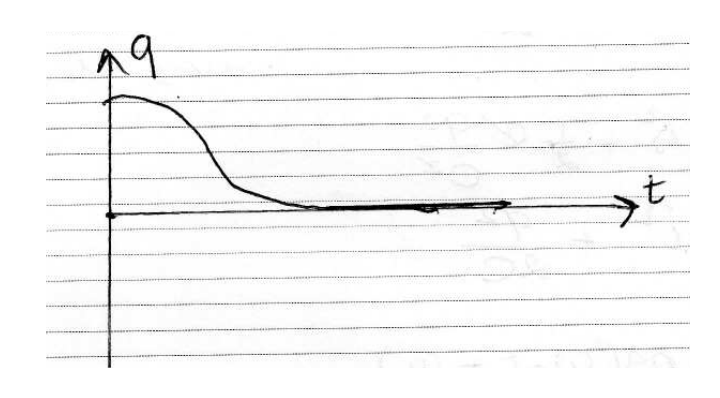
$$E = \frac{1}{2}L\omega_0^2 Q_0^2 = E_{(L)0}$$

و- طبيعة النظام :

إذا كانت المقاومة الداخلية للوشيعة r صغيرة يكون النظام شبه دوري متخامد :

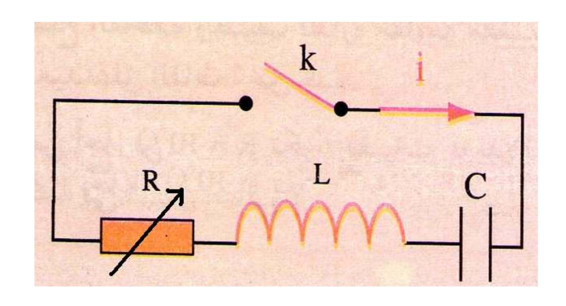


- إذا كانت المقاومة الداخلية للوشيعة r معتبرة يكون النظام لا دوري حرج .

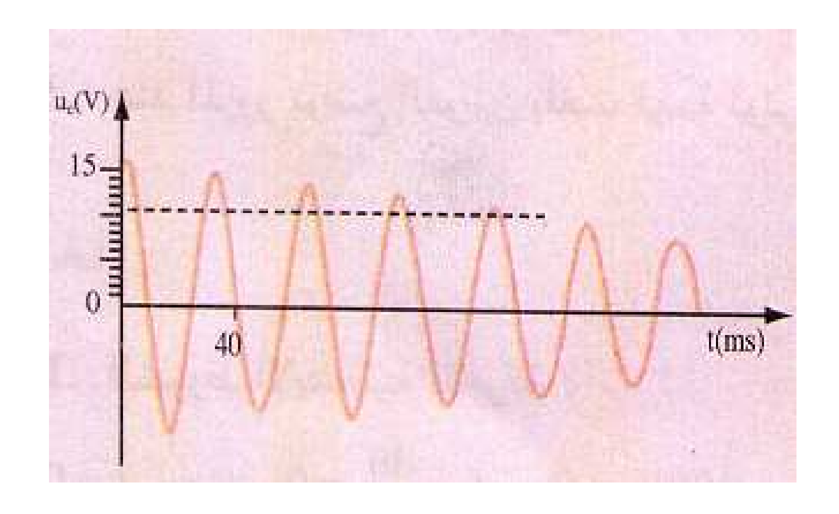


التمرين (2) : (التمرين : 009 في بنك التمارين على الموقع) (*)

جزء من دارة كهربائية تتكون على التسلسل من : مكثفة سعتها $C = 10^{-4}$ F شحنت تحت توتر قدره 15V ، وشيعة ذاتيها L و مقاومتها الداخلية مهملة (r = 0) معدلة (ناقل أومي ذو مقاومة متغيرة) .



نتابع تغيرات التوتر u_C بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن فنحصل على البيان التالي :



1- ما هو نمط الإهتزازات ؟ علل .
2- عين قيمة شبه دور الاهتزازات T .
3- أحسب ذاتية الوشيعة L باعتبار الدور T يقترب من الدور الذاتي T_0 .
4- أحسب الطاقة الأعظمية للدراة .
5- أحسب الطاقة الضائعة عند نهاية الاهتزازة الرابعة .
6- أحسب الشدة الأعظمية للتيار الكهربائي I_0 .
7- كيف يصبح نمط الاهتزازات إذا كانت قيمة R كبيرة جدا ، مثل في هذه الحالة و بشكل كيفي تطور التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة .

يعطى : $\pi^2 = 10$

الأجوبة :

1- نمط الاهتزازات :

الجملة المهتزة (R,L,C) لا تتلقى طاقة من الوسط الخارجي أثناء الاهتزازات لذا فالاهتزازات حرة ، و بما أن الدارة تحتوي على ناقل أومي (مقاومة) ، هذه الأخيرة تعتبر سبب في تخامد هذه الاهتزازات كون أن طاقة الجملة تضيع على شكل حرارة بفعل جول في الناقل الأومي ، إذن نمط الاهتزازات في الدارة (R,L,C) حرة متخامدة .

2- قيمة شبه الدور T :

من البيان :

$$\frac{5T}{4} = 40\,ms \quad \rightarrow \quad T = \frac{4\ .\ 40}{5} = 32\,ms$$

3- ذاتية الوشيعة L :

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad \rightarrow \quad T^2 = 4\pi^2.L.C \quad \rightarrow \quad L = \frac{{T_0}^2}{4\pi^2 C}$$

$$L = \frac{{T_0}^2}{4\pi^2 C} \quad \frac{(32\ .10^{-3})^2}{4\,.\,\pi^2\ .10^{-4}} = 0.256\,H$$

4- الطاقة الأعظمية للدارة :

تكون طاقة الجملة (R,L,C) أعظمية عند اللحظة $t = 0$ ، أين تكون طاقة المكثفة أعظمية و طاقة الوشيعة عندئذ معدومة ، أي :

$$E_{max} = E_{C\,max} = \frac{1}{2} C.{u_C}^2{}_{max}$$

من البيان : $u_{C\,max} = 15V$ و منه :

$$E_{max} = \frac{1}{2}\ .\ 10^{-4} \ \rightarrow .(15)^3 = 1.125\ \ .\ 10^{-2}\ J$$

5- الطاقة الضائعة في نهاية الاهتزازة الرابعة :

في نهاية الاهتزازة الرابعة يكون التوتر u_C في قيمته الحدية عندها تكون طاقة الوشيعة معدومة ، و كون أن طاقة المكثفة $u_C = \frac{1}{2} C.{u_C}^2$ ، تكون طاقة الجملة (R,L,C) عند نهاية الاهتزازة الرابعة هي :

$$E = E_{(C)} = \frac{1}{2} C.{u_C}^2$$

من البيان ، عند نهاية الاهتزازة الرابعة يكون $u = 11\ V$ و منه طاقة الجملة (R,L,C) عند هذه اللحظة هي :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2}\ .\ 10^{-4}\ (11)^2 = 6.05\ .\ 10^{-3}\ J$$

الطاقة الضائعة هي النقصان في الطاقة بين اللحظة $t = 0$ و نهاية الاهتزازة الرابعة ، فإذا اعتبرنا الطاقة الضائعة هي E' نكتب :

$$E' = E_0 - E$$

$$E' = 1.125\ .\ 10^{-2}\ - 6.05\ \ .\ 10^{-3}\ = 5.2\ \ .10^{-3}\ J$$

6- شدة التيار الأعظمية :

تكون شدة التيار الكهربائي في أعظم قيمة لها عندما تكون طاقة الوشيعة في أعظم قيمة لها ، و أعظم قيمة لطاقة الوشيعة $E_{(C)max}$ لا تتعدى طاقة الدارة (R,L,C) الأعظمية أي :

$$E_{(L)max} = E_{max} = 1.125\ \ .\ 10^{-2}\ J$$

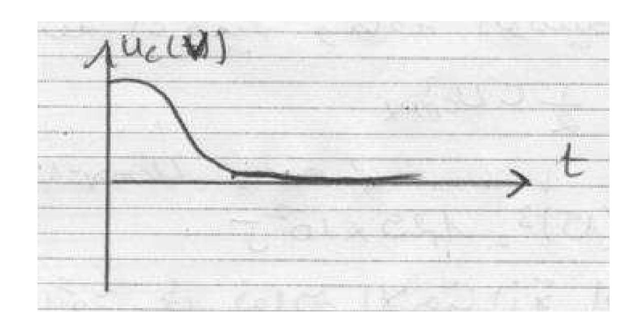
و لدينا :

$$E_{(L)max} = \frac{1}{2} L.{I_0}^2 \ \rightarrow \ I_0 = \sqrt{\frac{2E_{(L)max}}{L}}$$

$$I_0 = \sqrt{\frac{2\ 1.125\ .10^{-2}}{0.256}} \approx 0.30A$$

7- نمط الاهتزاز عندما تكون R كبيرة جدا :

بازدياد قيمة المقاومة R يزداد تخامد الاهتزازات الكهربائية و عندما تكون قيمة المقاومة كبيرة جدا ، يصبح نظام الدارة لا دوري (حرجًا) ، في هذه الحالة يصبح شكل تطور التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة كما يلي :



** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr

**نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا**

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani